

KERTAS KERJA WAJIB
RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KENYAMANAN
GETARAN SUSPENSI KENDARAAN MENGACU PADA ISO
2631 BERBASIS SENSOR ACCELEROMETER

Ditunjukkan untuk memenuhi Sebagian persyaratan memperoleh gelar
Ahli Madya (A,Md.T)



Disusun Oleh :
Maya Tadarningsih
23033038

D-III TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
2025

KERTAS KERJA WAJIB
RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KENYAMANAN
GETARAN SUSPENSI KENDARAAN MENGACU PADA ISO
2631 BERBASIS SENSOR ACCELEROMETER

Ditunjukkan untuk memenuhi Sebagian persyaratan memperoleh gelar
Ahli Madya (A,Md.T)



Disusun Oleh :
Maya Tadarningsih
23033038

D-III TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
2025

PALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KENYAMANAN GETARAN
SUSPENSI KENDARAAN MENGACU PADA ISO 2631 BERBASIS SENSOR
ACCELEROMETER**

*(DESIGN AND CONSTRUCTION OF A VEHICLE SUSPENSION VIBRATION
COMFORT MEASURING INSTRUMENT REFERRING TO ISO 2631 BASED ON AIV
ACCELEROMETER SENSOR)*

Disusun oleh:

MAYA TADARNINGSIH

23033036

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



R. Arief Novianto, S.T., M.Sc

NIP. 19741129 200604 1 001

Tanggal 4 Juni 2026

Pembimbing 2



Dr. Setya Wijayanta, M.T.

NIP. 19810522 200812 1 002

Tanggal 3 Mei 2026

HALAMAN PENGESAHAN
RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KENYAMANAN GETARAN
SUSPENSI KENDARAAN MENGACU PADA ISO 2631 BERBASIS SENSOR
ACCELEROMETER

*(DESIGN AND CONSTRUCTION OF A VEHICLE SUSPENSION VIBRATION
COMFORT MEASURING INSTRUMENT REFERRING TO ISO 2631 BASED ON AN
ACCELEROMETER SENSOR)*

Disusun oleh:

MAYA TADARNINGSIH

2303303

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal Juni 2026

Ketua Sidang

Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T.

NIP. 199210092019021002

Penguji 1

R. Arief Novianto, S.T., M.Sc

NIP. 19741129 200604 1 001

Penguji 2

Helmi Wibowo, S.Pd., M.T.

NIP.199006212019021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Diploma III Teknologi Otomotif



Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T.

NIP. 199210092019021002

Tanda Tangan



Tanda Tangan



Tanda Tangan



HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maya Tadarningsih

Notar : 23033038

Program Studi : D-III Teknologi Otomotif

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul "**Rancang Bangun Alat Pengukur Kenyamanan Getaran Suspensi Kendaraan Mengacu Pada Iso 2631 Berbasis Sensor Accelerometer**" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang atau lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka. Dengan demikian saya menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila laporan Tugas Akhir ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 08 Juni 2026

Yang Menyatakan



Maya Tadarningsih

HALAMAN PERSEMBAHAN

"Setetes keringat kedua orang tuaku adalah lautan semangat yang tak pernah kering dalam jiwaku dan di balik setiap tetes itu, tersimpan seribu langkah maju yang harus kuperjuangkan hingga aku bisa berdiri di sini, dengan bangga."

Tidak ada halaman yang paling berarti dan paling indah dalam kertas kerja wajib ini kecuali lembar persembahan. Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah sungguh sebuah perjuangan yang cukup Panjang sampai pada titik ini. Bismillahirrahmanirrahim, kertas kerja wajib ini penulis persembahkan kepada:

Orang Tua Tercinta

(Bapak Sudarno dan Ibu Karsinah)

Terima kasih kepada kedua orang tua tercinta Bapak Sudarno dan Ibu Karsinah atas setiap tetes keringat, kerja keras, kasih sayang tanpa syarat, serta doa yang tak henti-hentinya mengiringi langkah saya selama ini.

Saudara Kandung Tersayang

(Odilia Karsiani dan Mega Darmayanti)

Terima kasih kepada kakak dan adik tersayang Odilia Karsiani dan Mega Darmayanti telah menjadi kakak dan adik yang luar biasa, memberikan dukungan, motivasi, serta keceriaan yang selalu berhasil mengembalikan semangat saya di kala jenuh.

Dosen pembimbing

Terima kasih kepada Dosen pembimbing 1 Bapak R. Arief Novianto, S.T., M.Sc. dan Dosen pembimbing 2 Bapak Dr. Setya Wijayanta, M.T. terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala waktu, ilmu, kesabaran, dan bimbingan akademis yang luar biasa.

Rekan Kelas

Terima kasih kepada rekan-rekan Teknologi Otomotif kelas B terutama taruni sudah selalu saling merangkul, mengingatkan, dan mengajak untuk terus berprogres bersama-sama mengerjakan tugas akhir ini hingga kita bisa selesai.

Sahabat Terdekat

Terima kasih kepada sahabat terdekat saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu telah menjadi tempat berbagi cerita suka dan duka, selalu memberi dukungan, semangat, dan kebersamaan yang selalu menemani setiap langkah perjuangan ini.

Diri Saya Sendiri

(Maya Tadarningsih)

Kepada diri saya sendiri terima kasih karena telah mampu bertahan, tidak memilih untuk menyerah, dan tetap melangkah maju melewati setiap lelah, cemas, serta air mata. Terima kasih atas kerja keras, ketangguhan, dan komitmen yang luar biasa untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai hingga berhasil berdiri di titik ini.

Semoga karya sederhana ini dapat memberi makna dan menjadi langkah awal menuju masa depan yang cerah.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat tuhan yang maha esa atas segala karunianya, rahmat, dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun Alat Pengukur Kenyamanan Getaran Suspensi Kendaraan Mengacu Pada ISO 2631 Berbasis Sensor Accelerometer" dengan lancar. Laporan ini penulis buat sebagai rasa pertanggungjawaban selama melaksanakan pendidikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.md) pada Program Studi Diploma III Pengujian Kendaraan Bermotor di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan. dan di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan (PKTJ) Tegal.

Kegiatan perkuliahan yang telah penulis laksanakan selama kurang lebih 3 tahun memberikan pengalaman dan pengetahuan yang cukup berharga. Dengan bimbingan dan arahan dari berbagai pihak, akhirnya laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan;
2. Bapak Moch.Aziz Kurniawan M.T selaku Ketua Program Studi Teknologi Otomotif (TO) Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan;
3. Bapak R. Arief Novianto,S.T.,M.Sc. selaku Dosen pembimbing I yang telah meluangkan banyak waktu dalam memberikan bimbingan serta arahan bagi penulis dalam menyusun laporan akhir selama ini;
4. Bapak Dr. Setya Wijayanta, M.T. selaku Dosen pembimbing II yang telah meluangkan banyak waktu dalam memberikan bimbingan serta arahan bagi penulis dalam menyusun laporan akhir selama ini;
5. Orang tua serta keluarga yang selama ini telah memberikan semangat, doa serta dukungan bagi penulis yang tiada hentinya;
6. Rekan-rekan Taruna Satu Angkatan Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan atas saling mendukung satu sama lain selama ini;
7. Kakak dan Adik Taruna/i Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan yang juga memberikan semangat dan dukungan selama ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan akhir ini masih jauh

dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai perbaikan dalam laporan akhir yang penulis susun. Semoga laporan yang penulis susun dapat memberikan manfaat bagi penulis serta pembaca.

Tegal, 08 Juni 2026

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Maya Tadarningsih', written in a cursive style.

Maya Tadarningsih

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.ii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan Penelitian	3
I.5 Manfaat Penelitian	3
I.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Penelitian Relevan	6
II.2 Suspensi	8
II.2.1 Pegas	10
II.2.2 <i>Shock Absorber</i>	12
II.2.3 <i>Ball Joint</i>	12
II.2.4 <i>Stabilizer Bar</i>	13
II.2.5 <i>Lateran Control Rod</i>	14
II.2.6 <i>Strut Bar</i>	14
II.2.7 <i>Knuckle Arm</i>	15
II.3 Mikrokontroler	16

II.4	Komponen Sistem	16
II.4.1	Sensor Accelerometer	16
II.4.2	Liquid Crystal Display (LCD)	17
II.4.3	Arduino IDE.....	18
II.4.4	Push Button	19
II.4.5	Kabel Jumper	20
II.4.6	Sumber Daya (Batu Batrai)	21
II.5	Kenyamanan dan Keamanan Kendaraan.....	25
II.6	Kriteria Kenyamanan Standar ISO 2631	26
II.7	Hubungan Antara Frekuensi dengan Percepatan	27
BAB III	METODE PENELITIAN	29
III.1	Lokasi Penelitian.....	29
III.2	Alat dan Bahan.....	30
III.3	Objek Penelitian.....	30
III.4	Jenis Penelitian.....	31
III.5	Data Penelitian	34
III.5.1	Data Primer	34
III.5.2	Data Skunder	34
III.6	Teknik Pengumpulan Data.....	35
III.7	Diagram Alir Penelitian.....	37
III.7	Perancangan Alat.....	38
III.7.1	Perancangan Sistem Alat Penelitian	38
III.7.2	Program Arduino IDE dan Instalasi.....	40
III.7.3	Penempatan Alat.....	41
III.7.4	Skematik Rangkaian	42
III.7.5	Rangkaian Komponen	42
III.7.6	Rumus Pengumpulan Data	43
III.8	Parameter Kalibrasi Alat.....	44
III.8.1	Prosedur Kalibrasi Statis (Zero Offset)	45
III.8.2	Prosedur Kalibrasi Dinamis Menggunakan <i>Vibration Tester</i>	45

III.8.3	Verifikasi Respons Frekuensi.....	46
III.8.4	Implementasi dan Verifikasi Akhir Koreksi Data	46
III.9	Hasil Output dan Analisis Tingkat Kenyamanan (ISO 2631)	47
III.9.1	Output Utama (Weighted RMS Acceleration a_w)	47
III.9.2	Analisis Kepatuhan Suspensi Terhadap Standar ISO 2631 untuk Pengemudi.....	48
III.10	Jenis Suspensi Kendaraan	48
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	51
IV.1	Hasil	51
IV.1.1	Wiring Instalasi Komponen Alat Dengan Software EasyEDA	52
IV.1.2	Perakitan Komponen Alat.....	53
IV.1.3	Pemrograman Alat	56
IV.1.4	Pengoprasian Alat	58
IV.2	Uji Coba Alat	60
IV.2.1	Prinsip Kerja Alat	64
IV.3	Pembahasan	98
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	104
V.1	Kesimpulan	104
V.2	Saran	105
	DAFTAR PUSTAKA	106
	LAMPIRAN	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1	Sistem Suspensi	9
Gambar II. 2	Pegas Coil (Coil Spring)	10
Gambar II. 3	Pegas Daun (Leaf Spring)	11
Gambar II. 4	Pegas Batang Torsi (Torsion Bar Spring).....	11
Gambar II. 5	Shock Absorber	12
Gambar II. 6	Ball Joint.....	13
Gambar II. 7	Stabilizer Bar.....	13
Gambar II. 8	Lateran Control Rod	14
Gambar II. 9	Strut Bar	15
Gambar II. 10	Knuckle Arm.....	15
Gambar II. 11	Mikrokontroler ESP32.....	16
Gambar II. 12	Sensor MPU6050	17
Gambar II. 13	Liquid Crystal Display (LCD)	18
Gambar II. 14	Arduino IDE	19
Gambar II. 15	Push Button	20
Gambar II. 16	Kabel Jumper.....	21
Gambar II. 17	Batu Batrai	22
Gambar II. 18	Modul Charger Batrai.....	22
Gambar II. 19	Case Batrai Box	23
Gambar II. 20	Saklar Power On Off	23
Gambar II. 21	PCB Dot Matrix 6x8 cm Double Layer Through.....	24
Gambar II. 22	Kapas Dakron	25
Gambar III. 1	Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan (PKTJ).....	29
Gambar III. 2	UP PKB Jagakarsa.....	29
Gambar III. 3	Whole Body Vibration.....	31
Gambar III. 4	Model ADIIE	32
Gambar III. 5	Diagram Alir Penelitian	37
Gambar III. 6	Diagram Alir Alat.....	39
Gambar III. 7	Peletakan Alat	41
Gambar III. 8	Peletakan Alat	41
Gambar III. 9	Rangkaian Komponen Alat	42
Gambar III. 10	Dsain Alat	42
Gambar III. 11	Dsain Rangkaian Penempatan Komponen	43
Gambar IV. 1	Wiring Diagram Alat.....	52
Gambar IV. 2	Perakitan Komponen	54
Gambar IV. 3	Penyolderan Komponen.....	54
Gambar IV. 4	Pemasangan Pada Box	55
Gambar IV. 5	Hasil Akhir Alat.....	55
Gambar IV. 6	Software Arduino IDE	56
Gambar IV. 7	Tampilan Awal Arduino IDE.....	57
Gambar IV. 8	Panel Verifikasi dan Upload Arduino IDE.....	58

Gambar IV. 9	Hasil Program Pada Arduino IDE.....	58
Gambar IV. 10	Charger Alat Sebelum Digunakan	59
Gambar IV. 11	Menyalakan Tombol On Pada Alat	59
Gambar IV. 12	Menampilkan Data Pada LCD.....	60
Gambar IV. 13	Mematikan Alat.....	60
Gambar IV. 14	Jalan Beton.....	61
Gambar IV. 15	Jalan Bergelombang.....	61
Gambar IV. 16	Jalan Aspal Rata	61
Gambar IV. 17	Mengecek Kondisi Alat.....	62
Gambar IV. 18	Meletakkan Alat di Lantai Kendaraan	62
Gambar IV. 19	Mengendari Kendaraan.....	63
Gambar IV. 20	Pengukuran di UP PKB Jagakarsa.....	64
Gambar IV. 21	Kendaraan Mobil Taxi Green SM.....	65
Gambar IV. 22	Suspensi Torsion Beam.....	66
Gambar IV. 23	Grafik Kondisi Jalan Aspal	67
Gambar IV. 24	Grafik Kondisi Jalan Bergelombang.....	70
Gambar IV. 25	Grafik Kondisi Jalan Beton.....	73
Gambar IV. 26	Mobil Angkutan Kota JakLingko.....	74
Gambar IV. 27	Suspensi Independen MacPherson Strut.....	74
Gambar IV. 28	Grafik Kondisi Jalan Aspal	76
Gambar IV. 29	Grafik Kondisi Jalan Bergelombang.....	78
Gambar IV. 30	Grafik Kondisi Jalan Beton.....	81
Gambar IV. 31	Mobil Barang Bak Terbuka	82
Gambar IV. 32	Suspensi Dependen dengan Pegas Daun.....	82
Gambar IV. 33	Grafik Kondisi Jalan Aspal	84
Gambar IV. 34	Grafik Kondisi Jalan Bergelombang.....	87
Gambar IV. 35	Grafik Kondisi Jalan Beton.....	90
Gambar IV. 36	Kendaraa Pribadi Ertiga Hybrid.....	91
Gambar IV. 37	Suspensi Torsion Beam	91
Gambar IV. 38	Grafik Kondisi Jalan Aspal	93
Gambar IV. 39	Grafik Kondisi Jalan Bergelombang	96
Gambar IV. 40	Grafik Kondisi Jalan Beton.....	97
Gambar IV. 41	Grafik Kendaraan Taxi Green SM Kondisi Jalan Aspal, Bergelombang dan Beton	101
Gambar IV. 42	Kendaraan Angkot JakLingko Kondisi Jalan Aspal, Bergelombang dan Beton	102
Gambar IV. 43	Kendaraan Barang Bak Terbuka Kondisi Jalan Aspal, Bergelombang dan Beton	102
Gambar IV. 44	Kendaraan Ertiga Hybrid Kondisi Jalan Aspal, Bergelombang dan Beton	103

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1	Penelitian Relevan.....	6
Tabel II. 2	Standar Kenyaman ISO 2631	27
Tabel III. 1	konversi Frekuensi ke Percepatan.....	35
Tabel III. 2	Perhitungan RMS Tiap Sumbu dan RMS Total.....	36
Tabel III. 3	Standar ISO 2631	48
Tabel IV. 1	Keterangan Instalasi Wiring.....	52
Tabel IV. 2	Kondisi Jalan Aspal Rata.....	66
Tabel IV. 3	Uji Coba Jalan Bergelombang.....	68
Tabel IV. 4	Uji Coba Jalan Beton.....	71
Tabel IV. 5	Uji Coba Jalan Aspal Rata.....	75
Tabel IV. 6	Uji Coba Jalan Bergelombang	77
Tabel IV. 7	Uji Coba Jalan Beton	79
Tabel IV. 8	Uji Coba Jalan Aspal Rata.....	83
Tabel IV. 9	Uji Coba Jalan Bergelombang.....	85
Tabel IV. 10	Uji Coba Jalan Beton.....	88
Tabel IV. 11	Uji Coba Jalan Aspal Rata.....	92
Tabel IV. 12	Uji Coba Jalan Bergelombang.....	94
Tabel IV. 13	Uji Coba Jalan Beton.....	96
Tabel IV. 14	Rekapitulasi Nilai Rata-Rata Tingkat Kenyamanan	98
Tabel IV. 15	Nilai Rata-rata Keseluruhan	100

ABSTRAK

Kondisi permukaan jalan secara langsung mempengaruhi besar getaran yang diterima tubuh pengemudi dan penumpang. Jalan bergelombang menghasilkan eksitasi getaran periodik yang besar, jalan beton menimbulkan kejutan impulsif akibat sambungan antarpelat, sedangkan jalan aspal rata menghasilkan getaran yang relatif kecil dan stabil. Pengujian dilakukan pada empat jenis kendaraan, yaitu Taxi Green SM, Angkutan Kota JakLingko, Mobil Barang Bak Terbuka, dan Mobil Penumpang Ertiga Hybrid, pada tiga kondisi jalan berbeda, yaitu jalan aspal rata, jalan bergelombang, dan jalan beton. Perbedaan karakteristik inilah yang menjadi dasar perlunya alat ukur kenyamanan suspensi yang akurat, portabel, dan real-time sebagai pengganti suspension test rig konvensional yang mahal. Penelitian ini menghasilkan alat berbasis sensor akselerometer MPU6050 dan mikrokontroler ESP32 yang mengolah data getaran tiga sumbu menggunakan metode Root Mean Square (RMS) terboboti mengacu pada standar ISO 2631. Pengujian dilakukan pada empat jenis kendaraan di tiga kondisi jalan. Hasil menunjukkan nilai a_w pada jalan aspal rata 0,2785 m/s^2 (Nyaman), jalan beton 0,3587 m/s^2 (Sedikit Tidak Nyaman), dan jalan bergelombang 0,5399 m/s^2 (Cukup Tidak Nyaman). Alat terbukti mampu mengklasifikasikan tingkat kenyamanan suspensi secara objektif dan terukur.

Kata Kunci : suspensi kendaraan, sensor akselerometer, ISO 2631, kenyamanan berkendara, whole body vibration

ABSTRACT

Road surface conditions directly affect the level of vibration felt by drivers and passengers. Bumpy roads cause significant periodic vibrations; concrete roads cause sudden jolts due to slab joints; while smooth asphalt roads produce relatively small and stable vibrations. Testing was conducted on four vehicle types—Green SM Taxi, JakLingko City Bus, Open-Bed Cargo Truck, and Ertiga Hybrid Passenger Car—under three different road conditions: smooth asphalt, undulating, and concrete. These distinct characteristics highlight the need for an accurate, portable, and real-time suspension comfort measurement device to replace expensive conventional suspension test rigs. This research resulted in a device based on an MPU6050 accelerometer sensor and an ESP32 microcontroller that processes three-axis vibration data using a weighted Root Mean Square (RMS) method in accordance with ISO 2631 standards. Testing was conducted on four types of vehicles under three road conditions. The results showed an average a_w value of 0.2785 m/s^2 (Comfortable) on asphalt roads, 0.3587 m/s^2 (Slightly Uncomfortable) on concrete roads, and 0.5399 m/s^2 (Fairly Uncomfortable) on undulating roads. The device proved capable of classifying suspension comfort levels objectively and measurably.

Keywords: vehicle suspension, accelerometer sensor, ISO 2631, ride comfort, whole-body vibration